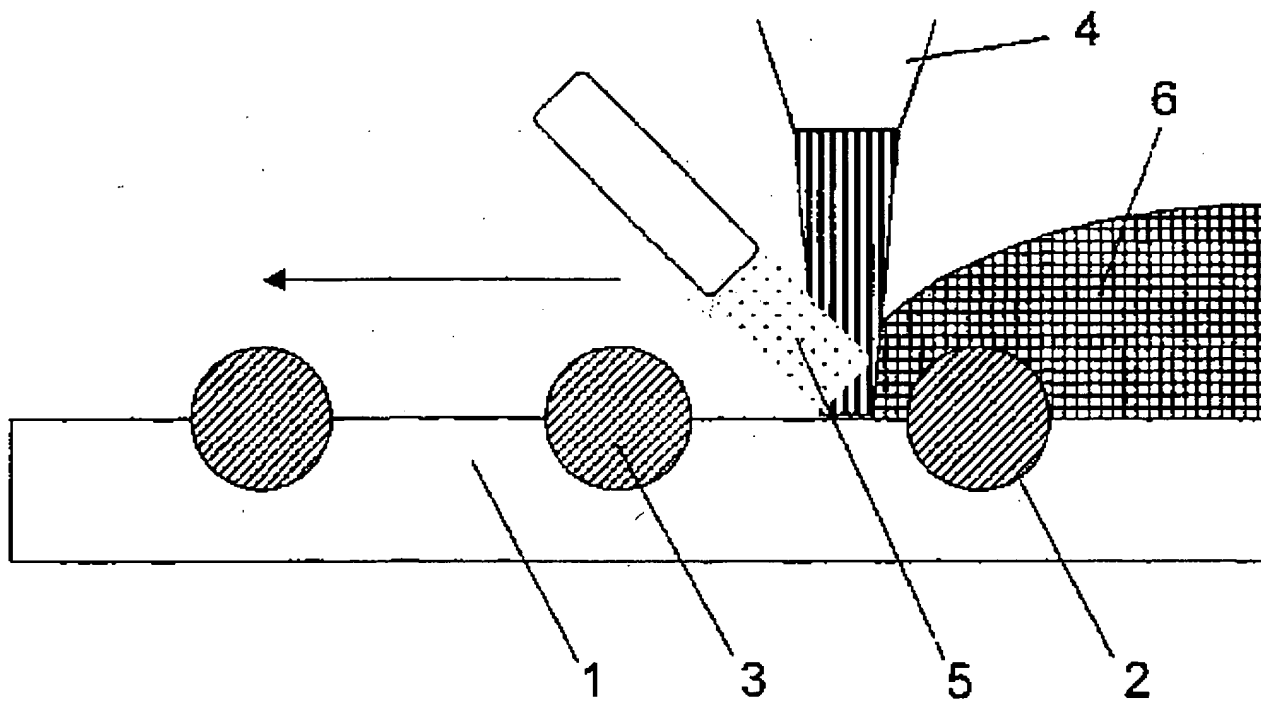


AN: 'PAT 2001-082803
TI: Manufacture or repair of cooling channels in single-crystal gas turbine components, comprises application of thermally-stable masking filler and epitaxial application of single crystal layer
PN: **EP1065026-A1**
PD: 03.01.2001
AB: NOVELTY - A single-crystal gas turbine component (1) is cast. Thermally-stable masking filler (3) is applied, e.g. to mask the profile (2). A single-crystal layer (6) is formed epitaxially over the thermally-stable filler. The filler is then removed.; USE - To produce or repair cooling channels in single-crystal gas turbine components. ADVANTAGE - Simplifies production or repair of e.g. monocrystalline superalloy, cooled gas turbine blades, which include cooling channels. The thermally-stable filler is easily removed by e.g. etching. Rejects and their high associated cost are reduced in comparison with Castcool technology. The process can be applied repeatedly, to superimpose cooling channels. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows epitaxial application of a further layer onto the component. single-crystal gas turbine component 1 profile 2 thermally-stable masking filler 3 laser 4 powder 5 single-crystal layer 6
PA: (ALSM) ALSTOM POWER SCHWEIZ AG;
(ALSM) ALSTOM SWITZERLAND LTD; (ALSM) ALSTOM TECHNOLOGY LTD;
IN: KURZ W; MAXIM K; KONTER M;
FA: **EP1065026-A1** 03.01.2001; DE59909337-G 03.06.2004;
US6405435-B1 18.06.2002; **EP1065026-B1** 28.04.2004;
CO: AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI; US;
DR: AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI;
IC: B23P-006/00; B23P-015/00; B23P-015/04; C30B-013/00; C30B-033/00; F01D-005/28;
MC: L02-A07;
DC: L02; P56; Q51;
FN: 2001082803.gif
PR: EP0810487 03.06.1999;
FP: 03.01.2001
UP: 08.06.2004

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (uspto)



This Page Blank (uspto)



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.01.2001 Patentblatt 2001/01

(51) Int Cl.7: **B23P 15/04, B23P 6/00,
F01D 5/28, C30B 13/00,
C30B 33/00**

(21) Anmeldenummer: **99810487.1**

(22) Anmeldetag: **03.06.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• **Wilfried Kurz**
1093 La Conversion (CH)

(71) Anmelder: **ALSTOM POWER (Schweiz) AG**
5401 Baden (CH)

(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria, Dr. et al**
ALSTOM Power (Schweiz) AG
Intellectual Property chsp
Haselstrasse 16/699, 5.Stock
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Konter Maxim**
5313 Klingnau (CH)

(54) **Verfahren zur Herstellung oder zur Reparatur von Kühlkanälen in einstristallinen Komponenten von Gasturbinen**

(57) Verfahren zum Herstellen oder zur Reparatur von Kühlkanälen (7a) einer Gasturbinenkomponente (1), wobei die Kühlkanäle (7a) durch ein thermisch stabiles Füllmaterial (3) auf der gegossenen Gasturbinen-

komponente (1) maskiert werden und eine weitere epitaktische Schicht (6) oberhalb des keramischen Materials (3) mit Hilfe eines Lasers (4) und einem Pulver (5) erzeugt wird. Das thermisch stabile Füllmaterial (3) wird durch Ätzen entfernt.

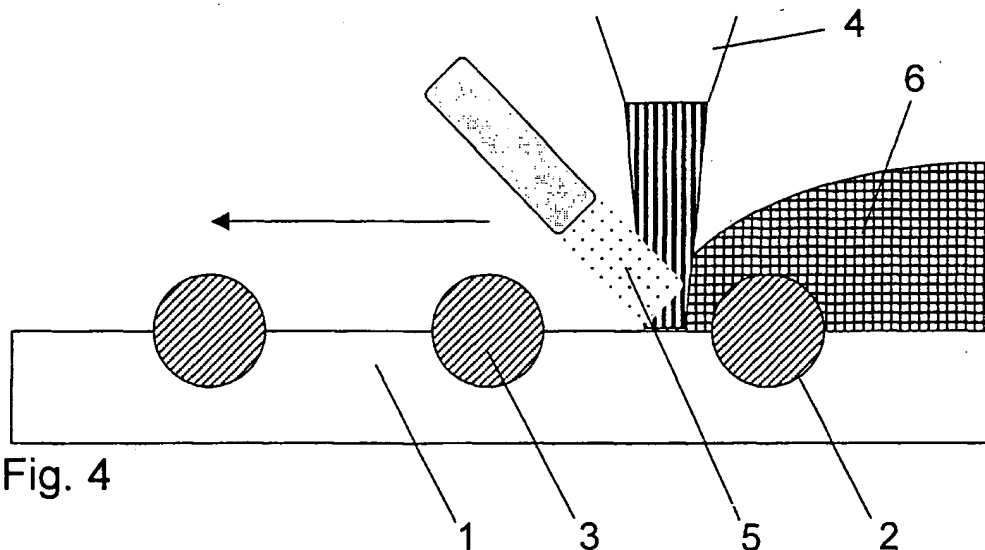


Fig. 4

Beschreibung**TECHNISCHES GEBIET**

- 5 **[0001]** Bei der Erfindung handelt es sich um ein Verfahren zur Herstellung oder zur Reparatur von Kühlkanälen in einkristallinen Komponenten von Gasturbinen.

STAND DER TECHNIK

- 10 **[0002]** Es ist seit langem bekannt, mit Heissgas beaufschlagte Komponenten von Gasturbinen mit Kühlluftstrukturen zu versehen, um einerseits die Temperatur des Heissgases erhöhen zu können und andererseits die Lebensdauer der betroffenen Teile zu verlängern.

Üblicherweise werden diese Komponenten von Gasturbinen gegossen und bestehen aus einkristallinen Superlegierungen. Eine solche Superlegierung auf der Basis von Ni wird beispielsweise in der Patentschrift US 5,759,301 offenbart. Diese Legierung hat sich gerade bei sehr dünnen Wänden, wie sie bei Kühlkanälen in Komponenten von Gasturbinen vorkommen, bewährt, da sie keine Korngrenzen enthält. Korngrenzen würden sich negativ auf die Materialeigenschaften auswirken. Die Kühlkanäle können während des Giessens hergestellt werden, bekannt beispielsweise ist die Castcool-Technologie der Fa. Allison (siehe dazu: Burkholder et al., Allison engine testing CMSX-4 single crystal turbine blades and vanes, 3rd International Charles Parsons Turbine Conference, ISSN 0-901716-89-8). Dieses Castcool-Gussverfahren arbeitet mit einem Keramikern, welcher in die Gussform eingebaut wird. Dieses Verfahren ist aber leider relativ teuer, was sich durch die hohe Ausschussraten der Produktion der sehr dünnen Wände der Kühlkanäle erklären lässt. Es gibt auch insbesondere keine Möglichkeiten angeschlagene Komponenten mit diesem Verfahren zu reparieren.

Daneben sind andere Verfahren bekannt, um die Kühlkanäle herzustellen, darunter das LIGA-Verfahren (siehe dazu: 25 "The Miniaturization Technologies-Past, Present and Futur", Frazier et al., from IEEE Transactions on industrial electronics, 1995, V42, n5 (Oct.), p. 423-430, ISSN 0278-0046) und lasergestützte Verfahren wie die LENS-Technik (Laser Engineered net Shaping). Sie werden aber in der Praxis nicht für die Herstellung von Kühlkanälen bei einkristallinen Strukturen eingesetzt, da bei der Produktion insbesondere durch die Temperatureinwirkung amorphe und multikristalline Strukturen entstehen, was die günstigen Eigenschaften der einkristallinen Strukturen in bezug auf die Festigkeit und die Duktilität zerstört und die sehr dünnen Wände von Gasturbinen eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber den Belastungen, welchen sie ausgesetzt sind, aufweisen. Um diese Nachteile zu vermeiden wird eine einkristalline Struktur, welche keine Korngrenzen hat, benötigt.

[0003] Ein Verfahren zur Herstellung einer Kühlstruktur eines Tragflügels ist aus der Druckschrift US 5,640,767 bekannt. Dieses Verfahren weist aber den Nachteil auf, dass das Basismaterial und die zweite, aufgetragene Schicht aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Dies führt zu einer Schwächung der Komponente an der Kontaktstelle zwischen den beiden Schichten.

[0004] Aus der Offenlegungsschrift EP 892 090 A1 ist hingegen ein Verfahren zur Herstellung von einkristallinen Strukturen bekannt. Dieses Verfahren arbeitet mit einem Energiestrahle hoher Energiedichte, wie zum Beispiel einem Laserstrahl, einem Elektrodenstrahl oder einem Lichtbogen, welcher ein Basismaterial aufschmilzt. Diesem geschmolzenen Bereich wird Material zugeführt, welches gleich dem Basismaterial ist oder welches eine ähnliche Kristallstruktur wie das Basismaterial aufweist, und ebenfalls aufgeschmolzen wird. Bei diesem Verfahren wird die Energiezufuhr so geregelt oder gesteuert, dass Erstarrungsgeschwindigkeit und Temperaturgradient zu einer gerichteten, dendritisch kristallinen und keiner globulitischen Erstarrung führen.

[0005] Ein Verfahren zur Reparatur einer einkristallinen Struktur ist auch aus EP 740 976 A1 bekannt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist Aufgabe dieser Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit welcher es vereinfacht möglich ist, die Kühlkanäle einer aus einkristallinen Strukturen bestehenden Gasturbinenkomponente herzustellen oder zu reparieren. 50 Erfindungsgemäss wird dies bei einem Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch erreicht, dass die einkristallinen Gasturbinenkomponente gegossen wird, thermisch stabiles Füllmaterial aufgetragen wird, eine Einkristallschicht oberhalb des thermischen stabilen Füllmaterials epitaktisch geschaffen wird und das thermisch stabile Füllmaterial entfernt wird.

[0007] Vorteilhaft ist es mit dem erfindungsgemässen Verfahren vereinfacht möglich, Gasturbinenkomponenten mit Kühlkanälen herzustellen. Beispielsweise durch Ätzen kann das thermisch stabile Füllmaterial leicht entfernt werden. Die Ausschussrate des Verfahrens und damit die verbundenen Kosten sind vorteilhaft gering im Vergleich mit der aus dem Stand der Technik bekannten Castcool-Technologie. Das Verfahren ist auch mehrfach nacheinander anwendbar, um übereinanderliegende Kühlkanäle herzustellen. Auch ist es mit diesem Verfahren möglich, die Kühlkanäle einer

angeschlagenen Gasturbinenkomponente zu reparieren.

[0008] Die weiteren Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Es zeigen:

- Fig. 1 eine gegossene Gasturbinenkomponente aus einer einkristallinen Struktur, mit einem vorgefertigten Profil für die Kühlkanäle,
- Fig. 2 die gegossene Gasturbinenkomponente mit einer keramischen Schicht oberhalb des vorgefertigten Profils für die Kühlkanäle,
- Fig. 2a die gegossene Gasturbinenkomponente mit einer keramischen Schicht oberhalb des vorgefertigten, runden Profils für die Kühlkanäle,
- Fig. 3 die gegossene Gasturbinenkomponente mit einer keramischen Schicht oberhalb des vorgefertigten Profils für die Kühlkanäle, nach Entfernen des überflüssigen Materials,
- Fig. 3a eine Variation von Figur 3, mit einem veränderten, runden Profil für die Kühlkanäle,
- Fig. 4 Epitaktisches Aufbringen einer weiteren Schicht auf die Gasturbinenkomponente mit Hilfe eines Lasers und eines Pulvers, oberhalb des mit der keramischen Schicht maskierten Materials,
- Fig. 5 fertige Gasturbinenkomponente, wobei die Kühlkanäle noch mit der keramischen Schicht maskiert sind,
- Fig. 6 fertige Gasturbinenkomponente, wobei die Kühlkanäle nicht mehr mit der keramischen Schicht maskiert sind, und mehrere Kühlkanäle übereinander durch mehrfaches Anwenden des erfindungsgemässen Verfahrens angebracht wurden,
- Fig. 7 gegossene Gasturbinenkomponente ohne vorgefertigtes Profil für die Kühlkanäle,
- Fig. 8 gegossene Gasturbinenkomponente mit angebrachten Rippen aus einem keramischen Material und das epitaktische Aufbringen einer weiteren Schicht auf die Gasturbinenkomponente mit Hilfe eines Lasers und eines Pulvers, oberhalb der mit den keramischen Rippen maskierten Gasturbinenkomponente,
- Fig. 9 fertige Gasturbinenkomponente, wobei die Kühlkanäle noch mit dem keramischen Material maskiert sind, und
- Fig. 10 einen Querschnitt durch eine Turbinenschaufel mit Hohlraum und integrierten Kühlkanälen.

[0010] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die Figur 1 zeigt eine aus einer einkristallinen Struktur gegossene Gasturbinenkomponente 1. Diese Gasturbinenkomponente 1 weist ein Profil 2 auf, welches später als Kühlluftstruktur der Komponente 1 dient. Dieses Profil 2 kann beim Giessen entstanden sein, aber auch eine spätere maschinelle Bearbeitung ist möglich.

[0012] In der Figur 2 ist die Gasturbinenkomponente 1 mit dem Profil 2 mit einem thermisch stabilen Füllmaterial 3 in Form einer weiteren Schicht überzogen. Das thermisch stabile Füllmaterial 3 dient zur Maskierung des Profils 2. Es kann sich dabei beispielsweise um ein keramisches Material auf der Basis von Al_2O_3 und/oder SiO_2 und/oder ZrO_2 handeln. In diesem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich zur besseren Verteilbarkeit auf der Gasturbinenkomponente 1 und insbesondere im Profil 2 um einen Schlicker, also ein keramisches Material, welches noch H_2O enthält.

[0013] In der Figur 3 ist überflüssiges thermisch stabiles Füllmaterial 3 oberhalb des Profils 2 entfernt worden, so dass nur noch das Profil 2 maskiert ist. Zwischen den Figuren 2 und 3 ist die Gasturbinenkomponente 1 mit der keramischen Schicht getrocknet worden, um den Schlickers zu trocknen, und so zu einer ausreichenden Festigkeit des Schlickers zu gelangen.

[0014] Wie in den Figur 2a und 3a dargestellt, ist es selbstverständlich auch denkbar, andersartige Formen des Profils 2 für die Kühlluftstrukturen zu erzeugen. Beispielsweise ist in den Figuren 2a und 3a das Profil 2 rund ausgearbeitet und auch die Maskierung mit dem thermisch stabilen Füllmaterial 3 erfolgt in runder Form. Andere Formen sind ebenso denkbar.

[0015] Die Figur 4 zeigt, wie oberhalb des Profils 3, welches mit dem thermisch stabilen Füllmaterial 3 maskiert ist, eine weitere, einkristalline Schicht 6 mit Hilfe einer Energiequelle, im Ausführungsbeispiel wird ein Laser 4 verwendet, und mit zusätzlichem Material, beispielsweise einem Pulver 5, entsteht. Die Wachstumsrichtung der einkristallinen Schicht 6 ist mit einem Pfeil angedeutet. Solche Verfahren sind beispielsweise aus den europäischen Offenlegungsschriften EP 892 090 A1 oder EP 0740 976 A1 bekannt, es sind aber auch gleichwertige Verfahren anwendbar. Als Puder 5 kann das Material der Superlegierung, aus welcher die Gasturbinenkomponente 1 besteht, verwendet werden. Beispielsweise kann es sich dabei um eine MK4-Turbinenschaufel handeln mit einer in Tabelle 1 angegebenen Zu-

sammensetzung. Denkbar ist auch eine MK-4-Turbinenschaufel und einer SV-20 Zusammensetzung als epitaktische, einkristalline Schicht 6, welche in diesem Fall gleichzeitig als Schutzschicht dient.

[0016] Die Zusammensetzung von MK-4 bzw. SV-20 (Angaben in Gew.%)

Tab. 1

	Ni	Cr	Co	Mo	W	Re	Al	Si	Ta	Ti	C	B	Y
MK-4	Rest	6.5	9	0.6	6.5	3	5.6	--	6.6	1	0.03	0.005	--
SV-20	Rest	25	--	--	--	--	5.5	3	1	--	--	--	0.5

[0017] Die Figur 5 zeigt die gefertigte Gasturbinenkomponente 1, auf welcher oberhalb des Profils 2 die neue, einkristalline Schicht 6 entstanden ist. Die Kühlkanäle sind noch mit dem thermisch stabilen Füllmaterial 3 maskiert.

[0018] Es ist möglich, das erfindungsgemässe Verfahren mehrfach hintereinander durchzuführen und so mehrere Schichten übereinander mit einem Kühlprofil zu erzeugen. Dies wird beispielsweise in der Figur 6 dargestellt. Das die Kühlkanäle maskierende, thermisch stabile Füllmaterial 3 wurde durch einen nicht dargestellten, weiteren Verfahrensschritt beispielsweise durch Ätzen oder andere, gleichwertige Verfahren entfernt.

[0019] Eine weitere Möglichkeit die Kühlkanäle einer Gasturbinenkomponente 1 zu erstellen wird in den Figuren 7 bis 9 dargestellt. Eine in der Figur 7 dargestellte Gasturbinenkomponente 1 enthält in diesem Fall noch kein Profil für die Kühlkanäle. In der Figur 8 wird ein thermisch stabiles Füllmaterial 3 auf die Stellen der Gasturbinenkomponente 1 gelegt, welche später als Kühlkanäle dienen sollen. Auch in diesem Fall besteht das thermisch stabile Füllmaterial 3 aus einem keramischen Material, beispielsweise auf der Basis von Al_2O_3 und/oder SiO_2 und/oder ZrO_2 , es enthält aber kein H_2O und wird dadurch wesentlich fester. Mit einem bekannten Verfahren wird wieder eine epitaktische, einkristalline Schicht 6 durch eine Energiequelle, beispielsweise durch einen Laser 4, und durch zusätzliches Material, beispielsweise ein Pulver 5, oberhalb der Gasturbinenkomponente 1 und des thermisch stabilen Füllmaterials 3 erzeugt. Die fertige Gasturbinenkomponente 1 ist in der Figur 9 dargestellt, das thermisch stabile Füllmaterial 3 ist allerdings noch nicht entfernt worden. Das thermisch stabile Füllmaterial 3 wird wieder durch Ätzen oder gleichwertige Verfahren entfernt.

[0020] In der Figur 10 ist ein Schnitt durch eine einkristalline Turbinenschaufel 9 als ein Beispiel für eine Gasturbinenkomponente dargestellt. Die Turbinenschaufel 9 besteht aus einem Basismaterial (beispielsweise MK-4) und kann mit einer Schutzschicht überzogen sein. Sie enthält ein Kühlsystem, welches aus einem Hohlraum 7 und aus inneren Kühlkanälen 7a besteht. Die Kühlkanäle 7a sind über Verbindungslöcher 8a mit dem Hohlraum 7 und über Verbindungslöcher 8 nach aussen verbunden. Die in der Figur 10 dargestellte Anzahl der Verbindungslöcher 8,8a ist nur beispielsweise und hängt von der jeweiligen Ausführungsform der Turbinenschaufel 9 ab. Um die Verbindungslöcher 8,8a bei der Produktion herzustellen ist nach dem Giessen noch eine Bohrung notwendig, da beim Giessprozess lediglich die inneren Kühlkanäle 7a entstehen. Die einkristalline Schicht 6, welche um die Kühlkanäle 7a epitaktisch geschaffen wurde, besteht, wie bereits beschrieben, aus dem Grundmaterial der Turbinenschaufel 9 oder aus einer Schutzschicht, beispielsweise SV-20. Die Kühlkanäle 7a und die Verbindungslöcher 8a wurden bei dem epitaktischen Herstellen der weiteren, einkristallinen Schicht 6 mit einem thermische stabilen Füllmaterial 3 maskiert.

[0021] Selbstverständlich bleiben allen weiteren Produktionsschritte wie beispielsweise das Aufbringen einer thermischen Schutzschicht auf die fertige Gasturbinenkomponente aus TBC (thermal barrier coating, Y stabilisiertes Zr-Oxid), aus $MgCrAlY$ oder ähnlichem und standardmässige Endkontrollen bezüglich der Qualitätssicherstellung erhalten.

[0022] Das erfindungsgemässe Verfahren ist auch geeignet, um das Kühlsystem einer angeschlagenen Gasturbinenkomponente zu reparieren.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0023]

- 1 Gasturbinenkomponente, gegossen
- 2 Profil
- 3 Thermisch stabiles Füllmaterial
- 4 Laser
- 5 Pulver
- 6 Epitaktische, einkristalline Schicht
- 7 Hohlraum
- 7a Kühlsystem
- 8,8a Verbindungslöcher

9 Turbinenschaufel

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung oder Reparatur von Kühlkanälen (7a) in einkristallinen Gasturbinenkomponenten (1),
dadurch gekennzeichnet, dass

10

- a. die einkristalline Gasturbinenkomponente (1) gegossen wird,
- b. thermisch stabiles Füllmaterial (3) aufgetragen wird,
- c. eine Einkristallschicht (6) oberhalb des thermischen stabilen Füllmaterials (3) epitaktisch geschaffen wird
und
- d. das thermisch stabile Füllmaterial (3) entfernt wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Profil (2) der Kühlkanäle (7a) an der Gasturbinenkomponente (1) während des Giessvorgangs oder durch
spätere maschinelle Bearbeitung gebildet wird.

20

3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen dem Giessen der einkristallinen Gasturbinenkomponente (1) und dem Auftragen des thermisch stabilen
Füllmaterials (3) Verbindungslöcher (8,8a) gebohrt werden, welche die Kühlkanäle (7a) durch die Wände der ein-
kristallinen Gasturbinenkomponente (1) nach aussen oder zu einem Hohlraum (7) der Gasturbinenkomponente
(1) verbinden.

25

4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
als thermisch stabiles Füllmaterial (3) ein keramisches Material bzw. ein Schlicker verwendet wird.

30

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Auftragen des keramischen Materials bzw. des Schlickers die Gasturbinenkomponente (1) einschlies-
slich dem aufgetragenen keramischen Material bzw. dem Schlicker getrocknet wird und überflüssiges keramische
Material bzw. Schlicker entfernt wird.

35

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5,
dadurch gekennzeichnet, dass
weitere Einkristallschichten (6) durch Wiederholung der Verfahrensschritte b), c) und d) des Anspruchs 1 auf-
getragen werden.

40

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6,
dadurch gekennzeichnet, dass
das thermisch stabile Füllmaterial (3) durch Ätzen entfernt wird.

45

50

55

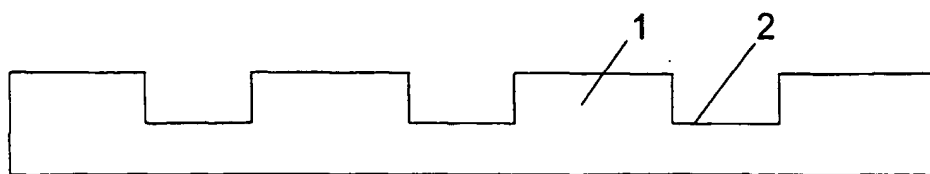


Fig. 1

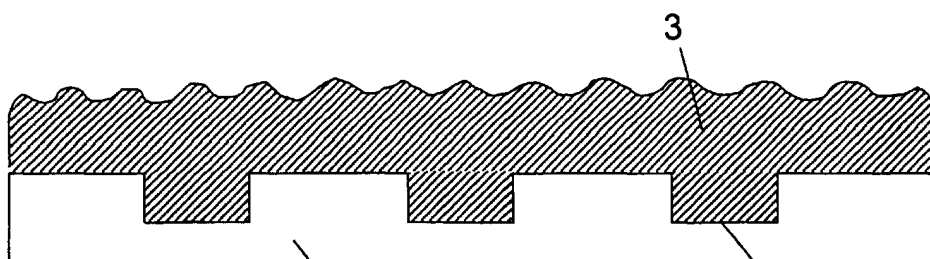


Fig. 2

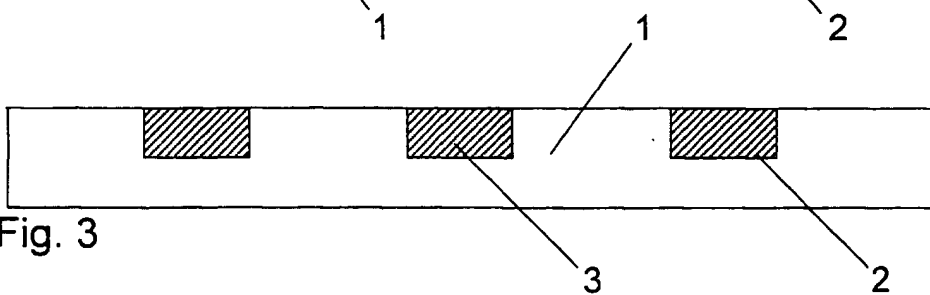


Fig. 3

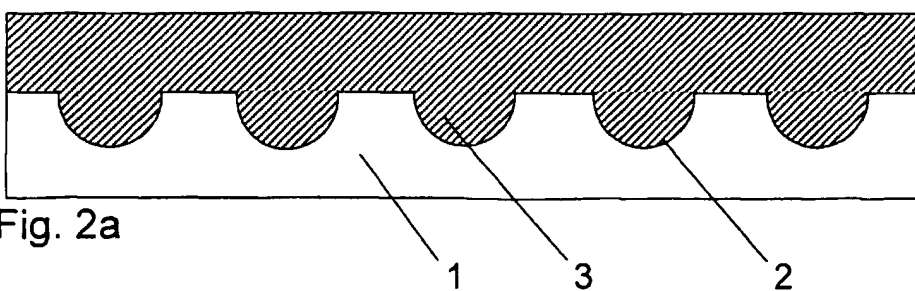


Fig. 2a

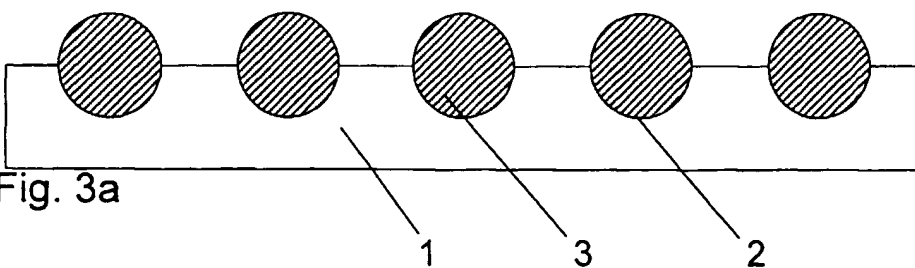


Fig. 3a

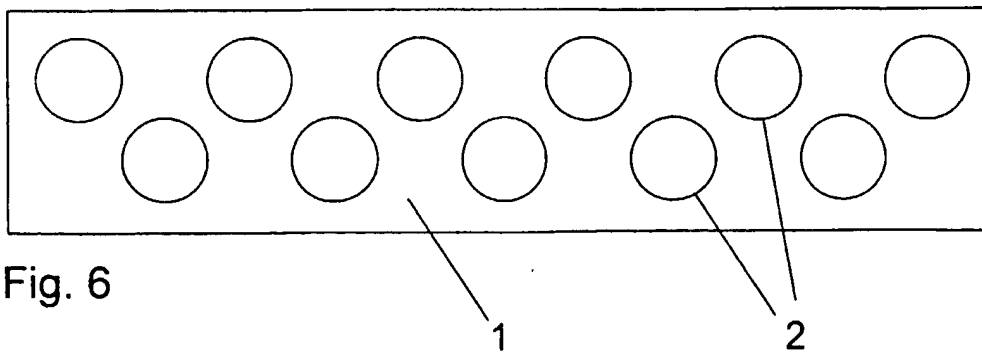
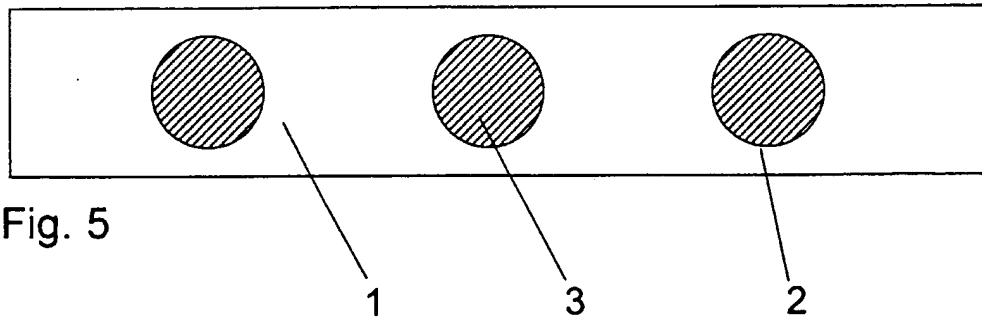
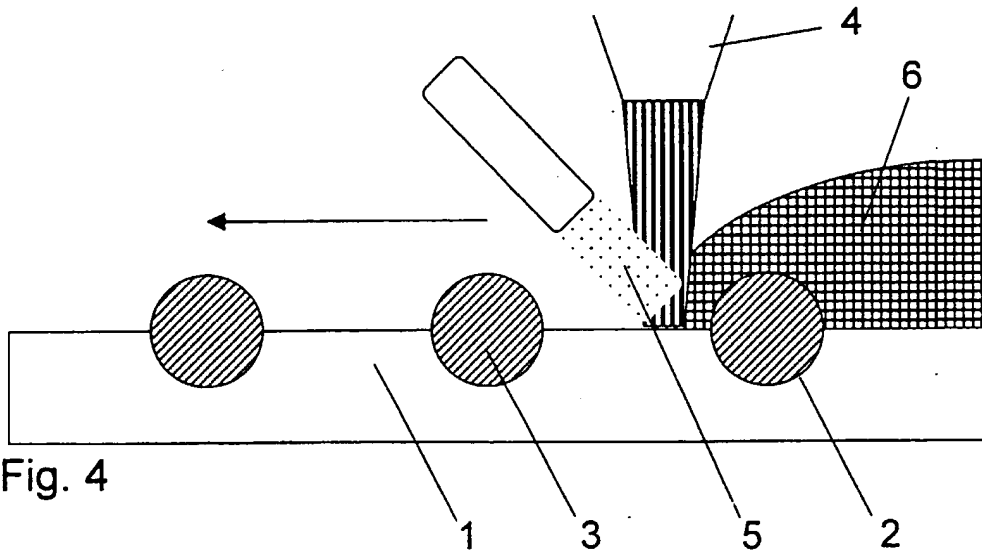




Fig. 7

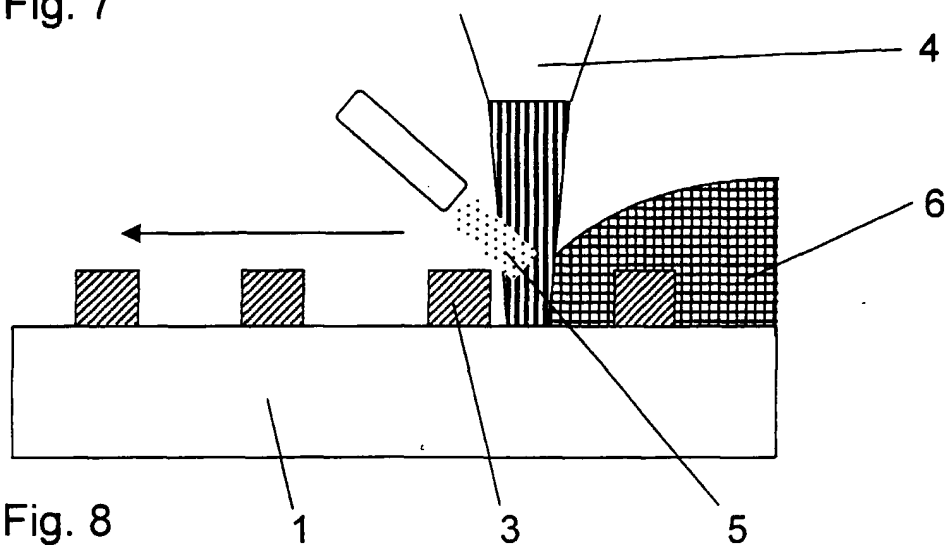


Fig. 8

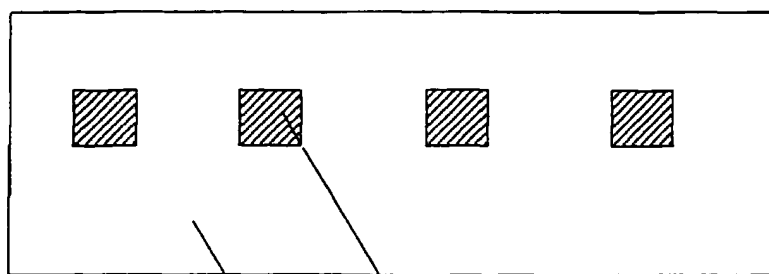


Fig. 9

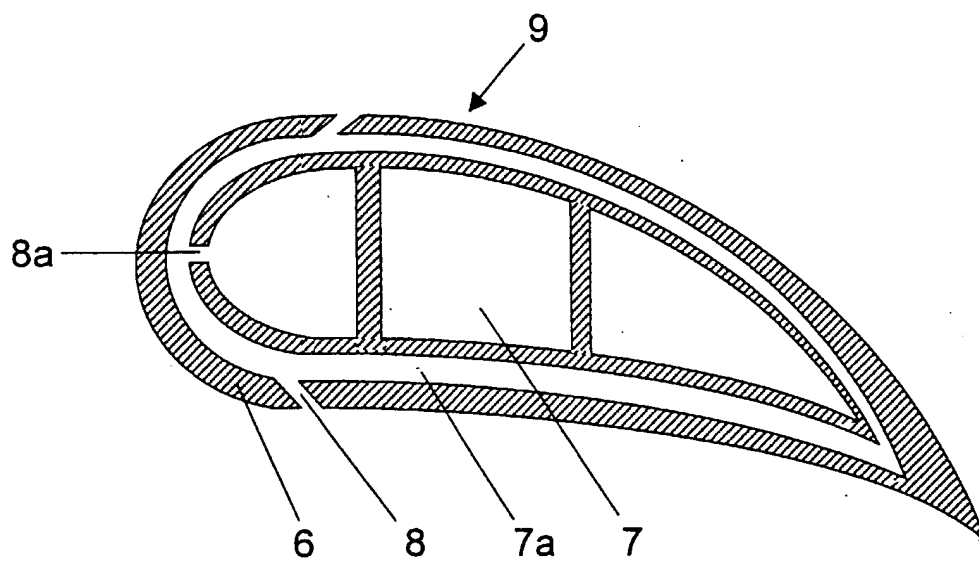


Fig. 10



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 81 0487

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,Y A	US 5 640 767 A (JACKSON MELVIN ROBERT ET AL) 24. Juni 1997 (1997-06-24) * Spalte 5, Zeile 18 - Spalte 8, Zeile 29; Abbildungen * * Spalte 11, Zeile 1 - Spalte 14, Zeile 4; Ansprüche 1,3,4,16,19 *	1,2,4,7 5,6	B23P15/04 B23P6/00 F01D5/28 C30B13/00 C30B33/00
Y	US 5 312 584 A (FRASIER DONALD J ET AL) 17. Mai 1994 (1994-05-17) * Spalte 2, Zeile 28 - Zeile 68; Anspruch 1; Abbildungen *	1,2,4,7	
A	US 5 756 225 A (MORRIS ROBERT C ET AL) 26. Mai 1998 (1998-05-26) * Anspruch 21; Abbildungen 1-3 *	1	
A	US 5 778 960 A (DALPE DENNIS JOSEPH ET AL) 14. Juli 1998 (1998-07-14) * Seite 3, Zeile 40 - Seite 4, Zeile 15; Ansprüche; Abbildungen * * Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 36 *	1	
A	US 4 528 048 A (GELL MAURICE L ET AL) 9. Juli 1985 (1985-07-09) * Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 5, Zeile 25; Abbildungen *	1	
D,A	EP 0 892 090 A (SULZER INNOTECH AG) 20. Januar 1999 (1999-01-20) * Ansprüche; Abbildungen *	1	
D,A	EP 0 740 976 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 6. November 1996 (1996-11-06) * Ansprüche; Abbildungen *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	29. September 1999	Plastiras, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1501 1992 (PAC00)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 81 0487

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 197 37 845 A (SIEMENS AG) 11. März 1999 (1999-03-11) * Anspruch 1; Abbildungen * -----	1, 3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29. September 1999	
		Prüfer Plastiras, D	
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischentliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 81 0487

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 29-09-1999.
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-09-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5640767	A	24-06-1997	KEINE		
US 5312584	A	17-05-1994	KEINE		
US 5756225	A	26-05-1998	US	5573862 A	12-11-1996
US 5778960	A	14-07-1998	FR	2739311 A	04-04-1997
			GB	2305877 A	23-04-1997
			JP	9182950 A	15-07-1997
US 4528048	A	09-07-1985	KEINE		
EP 0892090	A	20-01-1999	EP	0861927 A	02-09-1998
			CA	2230323 A	24-08-1998
EP 0740976	A	06-11-1996	US	5914059 A	22-06-1999
			JP	9110596 A	28-04-1999
DE 19737845	A	11-03-1999	WO	9911420 A	11-03-1999

EPO FORM P4481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**

This Page Blank (uspto)